

в группе,  $f_L(n)$  – функциональная зависимость, связывающая средние значения взаимных расстояний в группах с разными размерами,  $n$  – порядковый номер группы (при  $n = 0$  очевидно, что  $f_L(n) = 1$ ).

Число камней, отстоящих от базового (для группы самых больших очевидно оно равно двум):

$M_i = k_{M_i}^1 M_1 f_M(n)$ , где  $M_i$  – число камней,  $M_1$  – математическое ожидание числа камней, отстоящих от наибольших,  $k_{M_i}^1$  – коэффициент, учитывающий распределение значений в группе,  $f_M(n)$  – функциональная зависимость, связывающая средние значения камней в группах с разными размерами,  $n$  – порядковый номер группы (при  $n = 1$  очевидно, что  $f_M(n) = 1$ ).

Таким образом, задав необходимое число итераций, можно смоделировать достаточно подробно дорогу типа «stone-road». Отметим, что для моделирования задачи в трехмерной постановке необходимо учитывать параметр взаимного угла расположения. Вид зависимости аналогичен приведенным выше.

В результате моделирования движения в среде MatLab/Simulink были получены следующие значения ускорений на рабочее место водителя.

Как видно из рис. 3, различия в значениях виброускорений для классической модели и фрактальной очевидны. Поэтому развитие данного направления является актуальным.

Аналогичные особенности получаются при моделировании ста-

рых разбитых дорог с асфальто-бетонным покрытием, лугов и болот с многочисленными кочками, лесных дорог с характерными неровностями от корневищ деревьев, грунтовых дорог с периодически чередующимися лужами (здесь учитывается не только геометрия, а еще и физико-механические свойства) и прочие опорные основания. А так как на сегодняшний день отсутствуют характеристики микропрофиля, то планируется проведение полевых работ по его замеру в рамках проекта «Организация и проведение полевых работ по определению характеристик микропрофиля дорог, предназначенных для движения транспортно-технологических машин» № 12-08-10004-к.

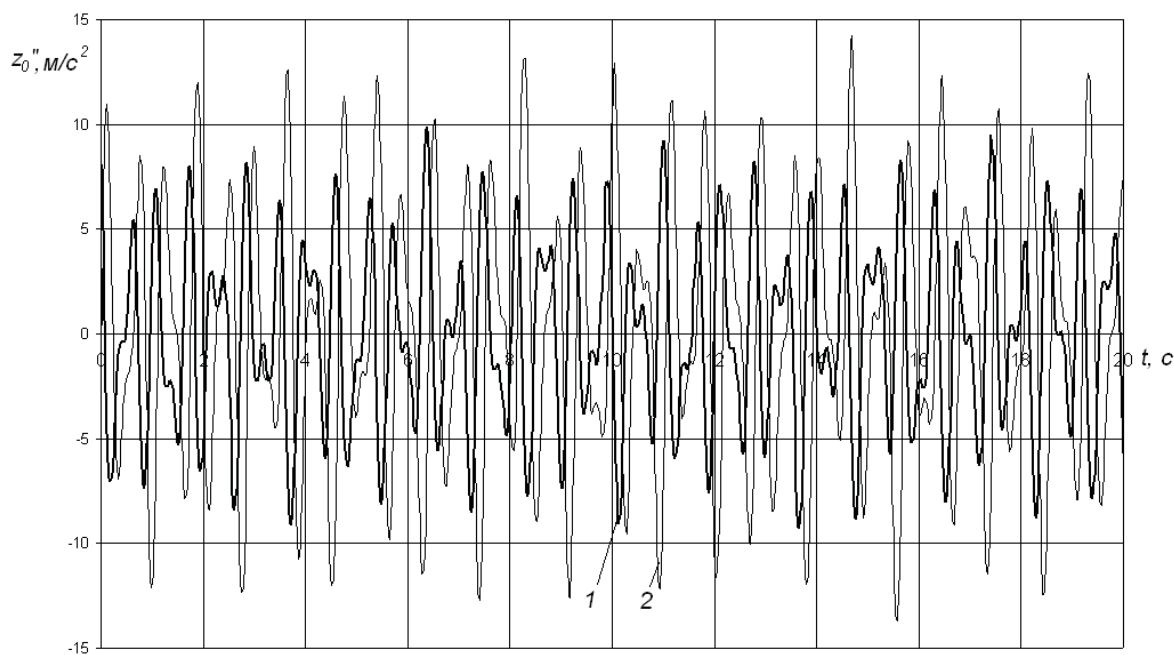


Рис. 3. Пример действия ускорений на рабочее место водителя в зависимости от времени при движении по «stone-road»:

1 – при модели дороги в виде синусоид, 2 – при фрактальной модели дороги

УДК. 630.375.9

**Ф.В. Свойкин**  
*Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет – СПбГЛТУ,*  
*г. Санкт-Петербург*

### МОБИЛЬНАЯ КАНАТНО-РЕЛЬСОВАЯ ТРЕЛЕВОЧНАЯ УСТАНОВКА (МКРТУ)

По данным Федерального агентства по лесному хозяйству на 2009 г., на территории Северо-Западного федерального округа (СЗФО) запас спелых и перестой-

ных лесонасаждений, возможных для эксплуатации, составляет 39 364 900 м<sup>3</sup>. 40 % этого запаса находится на территориях, не удобных для проведения лесосечных работ

по почвенно-грунтовым и рельефным условиям: площади с переувлажненными и заболоченными почвами, а также площади, относимые к холмисто-грядовым релье-

фам. Традиционная система машин лесозаготовительных предприятий, базирующаяся на тяжелых, колесных или гусеничных, лесопромышленных тракторах и машинах на их базе, не может обеспечить эффективного освоения таких труднодоступных лесосек, что наряду со слаборазвитой дорожной сетью приводит к тому, что использование расчетной лесосеки за 2009 г. по СЗФО составляет в среднем 40,56 %.

Использование канатных трелевочных установок является одним из наиболее перспективных способов повышения экологической безопасности лесосечных работ для наиболее ранимых равнинных лесных экосистем – переувлажненных и заболоченных лесных участков [1].

Однако известно, что применение канатных установок на трелевке резко снижает общую производительность на лесосечных работах. Это особенно касается заболоченных и переувлажненных лесосек, которые обычно имеют малые запасы леса на гектаре и небольшие площади [1].

Имеющиеся технические решения по снижению трудоемкости канатной трелевки, например [2], принципиально не решают проблемы значительных трудозатрат на обслуживание мачт и канатной оснастки, а также их оперативного перемещения с пасеки на пасеку.

Для подвозки древесины от подножья горных лесосек к лесовозным дорогам в середине прошлого века успешно применялись канатно-рельсовые дороги (КРД) [3].

Для решения проблемы разработки заболоченных переувлажненных лесосек предлагается использовать техническое решение, совмещающее в себе преимущества канатной трелевки и трелевки при помощи легкого рельсового пути [4].

МКРТУ представляет собой базовый автомобиль (КАМАЗ 43118), оборудованный съемным контейнером-бункером, содержащим технологическое оборудование: выдвижной рельсовый путь, по которому перемещается каретка, при помощи чокеров доставляющая хлысты от места валки к бункеру (место дальнейшей раскряжевки, погрузки).

Общий вид мобильной канатно-трелевочной установки представлен на рис. 1.

Содержимое бункера: в бункере (рис. 2) находится технологическое оборудование для трелевки: легкие рельсы, каретка, 2 лебедки.

Принцип работы установки: автомобиль подъезжает к месту, далее которого тракторная трелевка невозможна (граница заболоченного участка местности). Далее происходит спуск бункера на землю (спуск бункера осуществляется по принципу спуска бункера мусоровозом). После спуска бункера происходит образование рельсового пути, по которому движется каретка с зачокерованными хлыстами (прикрепленными чокерами), приводимая в движение при помощи лебедок, подтаскивая хлысты от места валки к бункеру.

Принцип работы КРД представлен на рис. 3. Каретка движется от

бункера к лесосеке, откуда происходит забор и подтаскивание хлыстов к бункеру (холостой ход), затем каретка движется от лесосеки к бункеру (рабочий ход).

Технологический расчет показал, что часовая производительность системы на базе мобильной канатно-рельсовой трелевочной установки  $\Pi_{\text{ч}}$  составляет 7,4 м<sup>3</sup>/ч, при среднем объеме хлыста  $V_{\text{хл}}$ , равном 0,4 м<sup>3</sup>, сменная производительность  $\Pi_{\text{см}}$  составляет 52 м<sup>3</sup>/см (продолжительность смены  $T_{\text{см}} = 7$  ч при  $V_{\text{хл}} = 0,4$  м<sup>3</sup>). Для сравнения производительность труда на канатной трелевке с валкой леса бензопилами с подтаскиванием и трелевкой хлыстов канатной мачтовой установкой производства фирмы Larix (Чехия) при объеме хлыста  $V_{\text{хл}} = 0,4$  м<sup>3</sup>:  $\Pi_{\text{ч}} = 6$  м<sup>3</sup>/ч,  $\Pi_{\text{см}} = 40$  м<sup>3</sup>/ч (данные производителя – фирмы Larix).

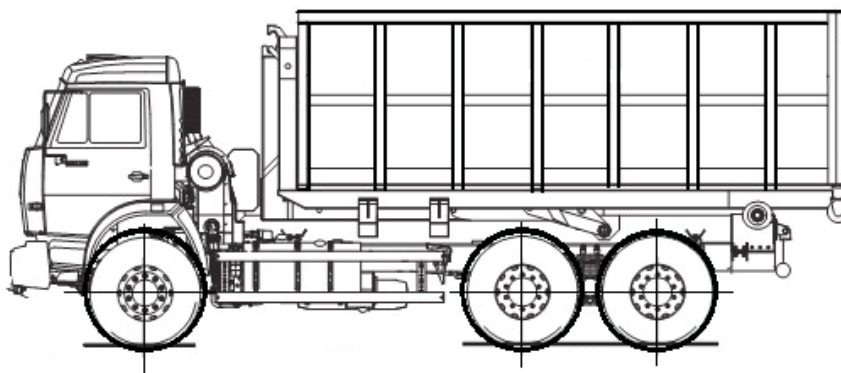


Рис. 1. Компонировка МКРТУ

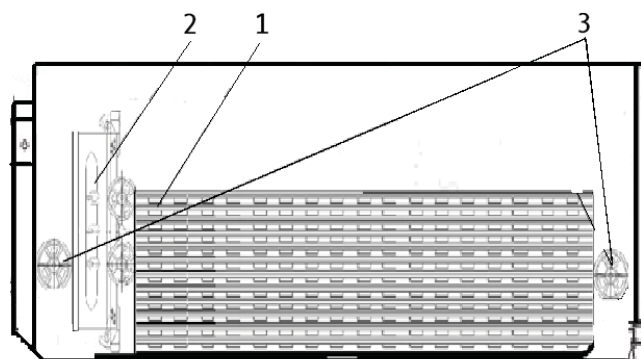


Рис. 2. Содержимое бункера:

1 – рельсы; 2 – каретка (транспортное положение); 3 – 2 лебедки для перемещения каретки, установки и сбора рельс (в «голове» бункера стационарная, в «хвосте» – передвижная)

Предложенная система МКРТУ имеет существенные преимущества по сравнению с известными видами трелевки: большую мобильность – по сравнению с канатной трелевкой, рельсы оказывают меньшее давление

на грунт (возможность работы установки на грунтах со слабой несущей способностью (в болотистой местности), что способствует меньшей деформации лесного настила) – по сравнению с трелевкой тракторами.

Технологический и экономический расчеты показали, что производство МКРТУ экономически обосновано и способствовало бы более эффективному освоению труднодоступных заболоченных лесосек.

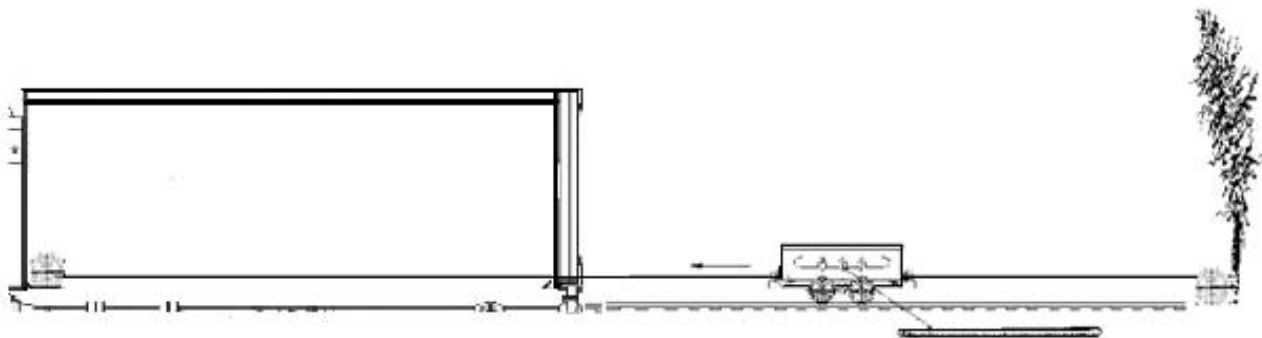


Рис. 3. Принцип работы КРД

### Библиографический список

1. Средащадящие технологии разработки лесосек в условиях Северо-Западного региона Российской Федерации: учеб. пособие / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, О.И. Григорьева, А.В. Иванов. СПб : Изд-во ЛТА, 2008. 176 с.
2. Пат. на полезную модель № 84181. Тыловая мачта для мобильной канатной трелевочной установки / И.В. Григорьев, А.И. Жукова, Д.С. Киселев, А.В. Иванов, О.И. Григорьева, опублик. 10.07.2009, Бюл. № 19.
3. Пат. на полезную модель № 113917. Канатно-рельсовая трелевочная установка / И.В. Григорьев, Ф.В. Свойкин, А.И. Никифорова, О.И. Григорьева, А.М. Хакина, опублик. 10.03.2012, Бюл. № 7.
4. Белая Н.М., Прохоренко А.Г. Канатные лесотранспортные установки: учеб. пособие. М.: Лесн. пром-сть, 1964. 300 с.

УДК 629.113

А.С. Ушенин<sup>2</sup>, И.А. Тараторкин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт машиноведения Уральского отделения РАН,

<sup>2</sup>Курганский государственный университет,  
г. Курган

## ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ СПЕЦИАЛЬНОГО КОЛЕСНОГО ШАССИ

Долговечность трансмиссий специальных колесных шасси (СКШ) на базе семейства МАЗ (МЗКТ) и КЗКТ во многом ограничивает надежность функционирования в процессе эксплуатации и конкурентоспособность машины. Самой низкой долговечностью обладают элементы повышающего редуктора из-за усталостного разрушения деталей, а также фрикционные элементы системы управления гидромеханической трансмиссии (ГМТ) вследствие износа дисков, т.е. условия работы указанных элементов трансмиссии характеризуются нагрузкой высокого уровня.

В то же время в России применяют машины, оснащенные трансмиссиями модели МАЗ 535 (тягачи МАЗ-543, МАЗ-537, КЗКТ-7428, КЗКТ-74286). Кроме того, данные машины эксплуатируются во Вьетнаме, Таджикистане, Анголе, Индии и на Кипре. Значительная часть сервисных и ремонтных работ трансмиссий выполняется специализированными организациями, в частности предприятиями ООО «Научно-производственная фирма «ТЕХНОТРАНС»», ООО «Стратегия» и др.

Фирма «Allison» предлагает проект модернизации СКШ путем мон-

тажа своей моторно-трансмиссионной установки. Однако стоимость проекта составляет 14 млн руб., что почти в четыре раза превышает стоимость капитального ремонта всего тягача. Это обуславливает привлекательность предлагаемого варианта повышения долговечности гидромеханических трансмиссий в процессе сервисного обслуживания и ремонта тягачей.

Целью данной работы является определение динамической нагруженности ГМТ на установившихся и переходных режимах работы, определение путей ее снижения.